



# **RAC** 高精度卫星定位接收机规格书

RAC high precision GNSS receiver

实现高精度卫星定位，无需差分站与地基增强网

Real-time Array Calibration



## 文档修订记录

版本 Edition	修订日期 Revision Date	版本描述 Version described
V1.0	2016/5/18	文档新建
V1.1	2016/12/15	性能指标参数增详
V1.2	2017/6/18	输入指令优化更改
V2.0	2021/6/09	重新排版，细节优化
V2.1	2026/02/04	细节优化

## 免责声明

深圳市博盛尚科技有限公司拥有随时修改本手册的权利，内容如有修改，恕不另行通知。本公司不承担任何形式的保证，且本手册中包含的错误或对本手册所带来的偶然或继起损害不承担任何责任。



# 目 录

一、产品描述.....	5
1.1 产品概述.....	5
1.2 产品特性.....	5
1.3 认证测试.....	6
1.4 产品应用.....	6
1.5 性能指标.....	6
1.6 产品端口定义.....	7
1.7 功能框图.....	8
1.8 产品尺寸.....	8
1.9 接口端子尺寸.....	10
二、输入输出语句.....	10
2.1 输入语句.....	10
2.1.1 指令格式.....	10
2.1.2 指令说明.....	10
2.1.3 命令列表.....	10
2.2 输出语句.....	11
2.2.1 NMEA 0183 协议.....	11
2.2.2 UBX 协议.....	16
2.3 参考程序.....	26
2.3.1 NMEA0183 协议校验参考程序.....	26
2.3.2 UBX 协议校验参考程序.....	27
三、联系我们.....	28
四、附件一（测试方法）.....	29
4.1 概述.....	29



---

4.2 测试内容 .....	29
4.2.1 测试准备 .....	29
4.2.2 测试步骤 .....	30
4.2.3 测试示例 .....	31
五、附件二（测试报告） .....	33
5.1 概述 .....	33
5.2 测试平台 .....	33
5.3 测试结果 .....	34
5.3.1 实际信号静态测试 .....	34
5.3.2 实际信号动态测试 .....	34
5.3.3 RAC 与 RTK 对比测试 .....	39



# 一、产品描述

## 1.1 产品概述

产品名称: RAC-C1 高精度卫星定位接收机



图 1.1 RAC-C1 高精度卫星定位接收机外观图

此产品是一款类 G-MOUSE 卫星接收器（以下简称 G-MOUSE），是一个完整的 GPS 卫星定位接收机；内置卫星接收天线，具有全方位高精度定位功能，定位精度可以达到静态小于 1.5 米，动态小于 0.6 米；能满足工业级定位的严格要求与个人使用需要。通过技术创新，产品具备两大核心竞争优势，即无需差分站、不使用 L2 或 B3 精码、因而成本低廉。与传统的高精度卫星定位技术不同，我们的技术摆脱了高精度卫星定位所依赖的差分技术，使成本大幅下降，这是我们领先于世界同类产品最重要的优势。本产品具有高精度、高灵敏度、低功耗、体积小型化的特点，其极高的追踪灵敏度大大扩大了其定位的覆盖面。

## 1.2 产品特性

- ◆UART (3.3V\_TTL 电平)/RS232/CAN 接口输出，更快速的应用；
- ◆采用 KDS 0.5PPM 高精度 TCXO；
- ◆丰富的数据输出速率：115200bps (默认) [可选：9600/38400]；
- ◆输出语句：NMEA 0183 V3.0/UBX 协议；
- ◆支持可调的数据刷新率：1Hz-10Hz；
- ◆自主研发设计天线振子，保证相位中心与几何中心重合，将天线对测量误差的影响降低到最小；
- ◆支持选配 A-GPS 服务、惯性导航、地磁传感器、压力传感器；
- ◆GPS、BD、GLONASS 混合引擎可选；
- ◆采用无铅工艺制造，符合 RoHS 标准。



## 1.3 认证测试

- ◆定位芯片通过 AEC-Q100 认证。
- ◆定位模块通过 ISO16750 测试。
- ◆定位产品通过 ISO7637 测试。
- ◆生产线符合 ISO/TS-16949 认证。

## 1.4 产品应用

- ◆汽车无人驾驶、定位导航及追踪产品；
- ◆无人机领域、农业植保机、精准农业；
- ◆同步 UTC 时间及授时领域；
- ◆广泛用于航道测量、海洋测量；
- ◆轨迹记录及 GPS 数据点校准等产品；
- ◆高精度地图绘制、面积测量及距离测量等测绘产品；
- ◆道路施工、地震监测、桥梁变形监控、山体滑坡监控、码头集装箱作业等场所。

## 1.5 性能指标

灵敏度	跟踪	-165dBm
	捕获	-148dBm
TTFF (首次定位时间)	冷启动	平均 42S (开阔天空)
	温启动	平均 <5S
	热启动	平均 <1S
类型	22 个跟踪通道, 56 个捕获通道	
	频率	GPS L1 1575.42MHz C/A 码 BDS B1 1561.75MHz
定位精度	<1.5m	静态
	<0.6m	动态
	坐标系	坐标基准: WGS-84



速度精度	0.1m/s	
时间脉冲（可配置）	1s(默认)	
更新速率	1-10Hz（可选）	
PPS	100ms（1pps=1Hz=1次/秒）	
运行限制	高度	<18000m
	速度	<100m/s
	加速度	<8g
数据格式	NMEA 0183 通用协议 默认输出信息：NMEA-0183- RMC	

## 电源指标

电源	DC 5.0V（纹波电压 Vpp<200mv）
工作电流	跟踪:160mA 捕获:180mA 峰值:200mA
待机电流	<5uA
功能接口	UART/RS232/CAN 接口

## 物理特性

温度	工作温度	-30℃~80℃
	储存温度	-40℃~85℃

## 1.6 产品端口定义

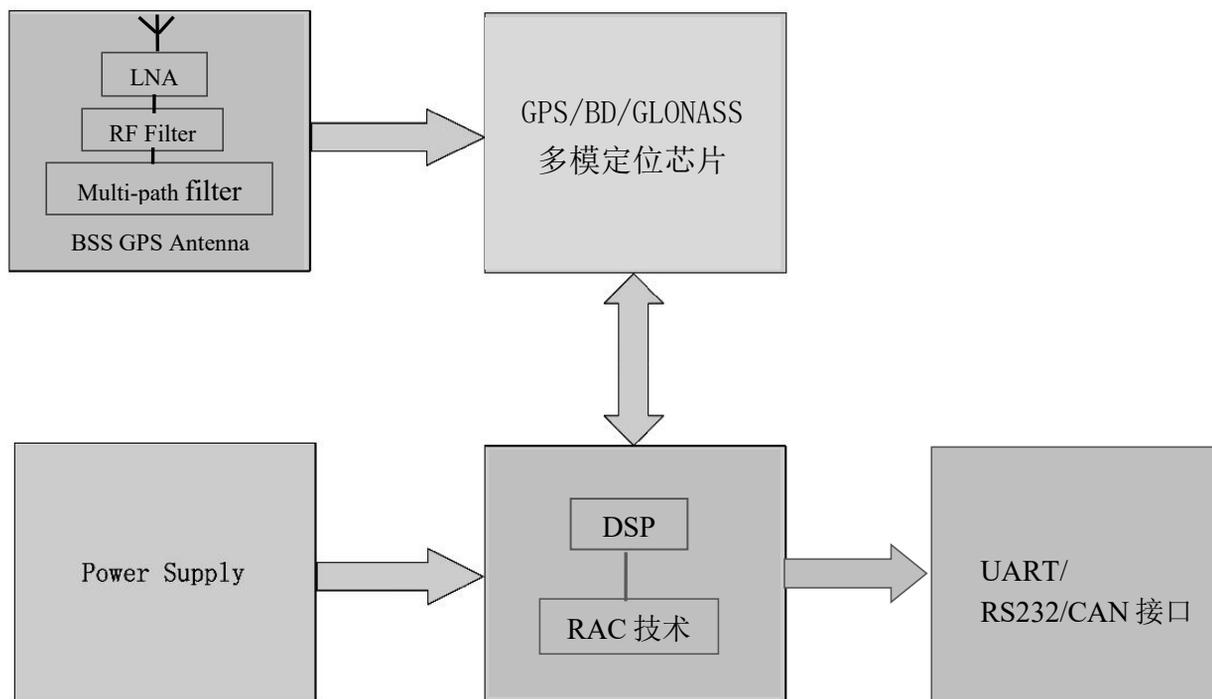
产品输出可支持 UART 或 RS232 输出等，默认为 UART 输出，具体端口定义如下图所示：

Pin NO.	Pin Name	I/O	Remark
1	GND	地	地（黄线）
2	VCC	电源	DC 5.0V 峰值电流206mA（红线）
3	RX	输入	TTL 串口收（蓝线）
4	TX	输出	TTL 串口发（白线）

表 5.1 端口定义



## 1.7 功能框图



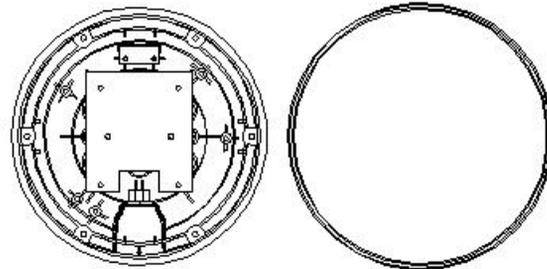
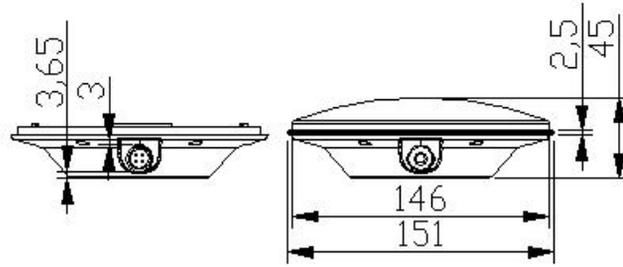
RAC-C1 高精度定位接收机采用高精度天线，自主研发设计天线振子，保证相位中心与几何中心重合，将天线对测量误差的影响降低到最小。天线接收空中卫星信号传送至芯片射频单元，芯片射频单元将信号传输至芯片基带单元，经一系列解析后再传送至 DSP，经 RAC 自主研发算法处理后，通过串口、RS232、CAN 接口输出高精度定位数据及 1PPS 信号。

## 1.8 产品尺寸

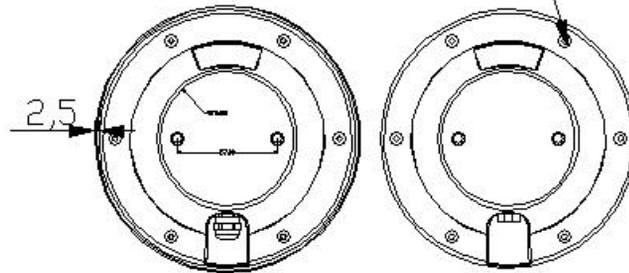
整体尺寸：长 151mm\*高 45mm（底壳内部有强磁）

PCB 尺寸：直径 120mm\*高 12mm

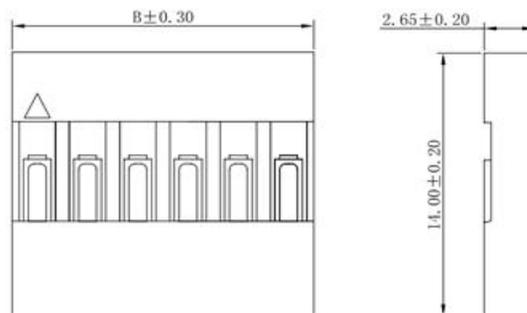
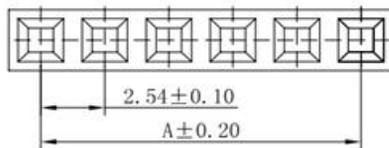
底壳螺丝规格：标准 M5 规格（全牙）



Ø6MM\*H1MM 螺丝垫子6个 (M3 标准垫子)



### 1.9 接口端子尺寸



H2544-04: 7.62\*10.16mm

1\*4P 间距 2.54mm 杜邦端子



## 二、输入输出语句

### 2.1 输入语句

#### 2.1.1 指令格式

BSS-(命令 1)-(命令 2) -(命令 2)…… (命令 n) (CR) (LF)

#### 2.1.2 指令说明

- ◆BSS 为指令头，每个指令都必须要以 BSS 开头；
- ◆每个命令必须用“-”（连字符，即减号）隔开；
- ◆每条指令末尾都需要加“回车换行”；
- ◆选择 NMEA0183 协议模式时，GPRMC 默认输出；
- ◆在 UBX 协议，posllh、sol、dop、velned、status 等 5 条信息默认输出；
- ◆从 NMEA 协议切换到 UBX 协议或者从 UBX 协议切换到 NMEA 协议，需要重新上电，如果有星历保存电池，需要断电几个小时，等电池没电才有效。

#### 2.1.3 命令列表

命令	说明
0183	二选一，表示选择 NMEA0183 协议
UBX	二选一，表示选择 UBX 协议
115200	三选一，表示串口波特率为 115200
38400	三选一，表示串口波特率为 38400
9600	三选一，表示串口波特率为 9600
10HZ	三选一，表示串口输出频率为 10HZ
5HZ	三选一，表示串口输出频率为 5HZ
1HZ	三选一，表示串口输出频率为 1HZ
VTG	GPVTG 命令，选择 NMEA0183 协议才使能
GGA	GPGGA 命令，选择 NMEA0183 协议才使能
PVT	PVT 命令，选择 UBX 协议才使能



ALL	只对 NMEA0183 协议有效，GPS 常用的指令都使能，包括 RMC、VTG、GGA、GSA、GSV，以方便观察卫星的信息
-----	---

注：由于串口传输数据速率比较低，一帧 GPS 数据输出与地磁输出的次数关系密切，不正确的设置，可能会导致数据输出错误或者丢失。

NMEA0183 协议输出语句修改：

BSS-0183-115200-10HZ\r\n (RMC 语句输出)  
BSS-0183-115200-10HZ-GGA\r\n (RMC、GGA 语句输出)  
BSS-0183-115200-10HZ-ALL\r\n (0183 协议语句全输出)

NMEA0183 协议波特率、频率修改：

BSS-0183-9600-1HZ-ALL\r\n  
(只需要把相应的波特率跟频率替换即可)

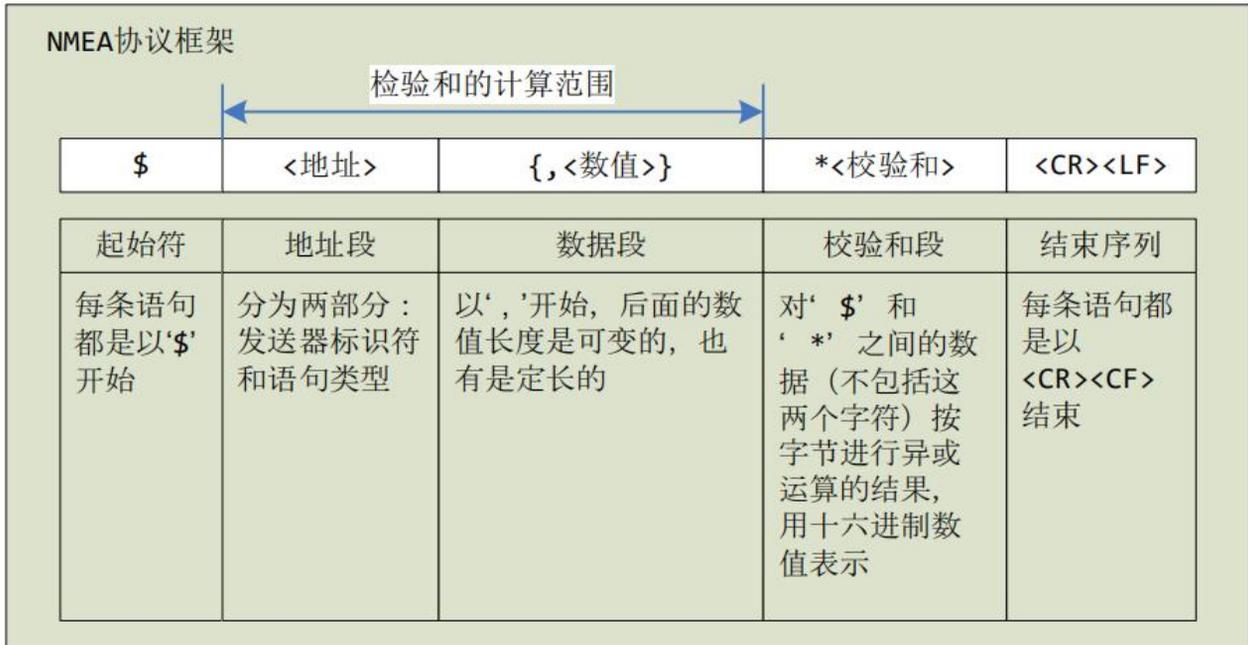
修改成功后，串口终端有如下显示：

```
Setting parameter success  
Saving parameter  
Saving parameter success  
reseting system  
Please wait
```

## 2.2 输出语句

### 2.2.1 NMEA 0183 协议

NMEA 0183 是美国国家海洋电子协会 (National Marine Electronics Association) 为海用电子设备制定的标准格式。目前业已成了 GPS 导航设备统一的 RTCM (Radio Technical Commission for Maritime services) 标准协议。NMEA-0183 协议采用 ASCII 码来传递 GPS 定位信息，数据格式协议框架如下：



**语句输出：**

序号	信息	说明
1	RMC	推荐的最少专用导航数据
2	VTG	对地速度与航向
3	GGA	接收机定位数据
4	GSA	精度因子（DOP）与有效卫星
5	GSV	可见卫星
6	GLL	地理位置——纬度/经度

**2.2.1.1 RMC 推荐的最少专用导航数据**

信息	RMC		
描述	推荐的最小定位信息		
类型	输出		
格式	\$--RMC, UTCtime, status, lat, uLat, lon, uLon, spd, cog, UTCdate, mv, mvE, mode*CS<CR><LF>		
示例	\$GNRMC, 084103.00, A, 2233.39544, N, 11356.55665, E, 0.035, , 220618, , , A*7A		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--RMC	字符串	消息 ID, RMC 语句头, '--' 为系统标识
2	UTCtime	hhmmss.ss	当前定位的 UTC 时间
3	status	字符	位置有效标志。V=数据无效 A=数据有效
4	lat	ddmm.mmmmm	纬度，前 2 字符表示度，后面的字符表示分
5	uLat	字符	纬度方向：N-北，S-南
6	lon	dddmm.mmmmm	经度，前 3 字符表示度，后面的字符表示分
7	uLon	字符	经度方向：E-东，W-西



8	spd	数值	对地速度，单位为节
9	cog	数值	对地真航向，单位为度
10	UTCdate	ddmmyy	日期（dd 为日，mm 为月，yy 为年）
11	mv	数值	磁偏角，单位为度。固定为空
12	mvE	字符	磁偏角方向：E-东，W-西。固定为空
13	Mode	字符	模式指示（A=自主定位，D=差分，R=RTK，E=估算，N=数据无效）
14	navStatus	字符	导航状态标示符（V 表示设备不提供导航状态信息） 仅限 NMEA v4.1 及以上版本
15	CS	16 进制数值	校验和，\$和*之间（不包括\$和*）所有字符的异或结果
16	<CR><LF>	字符	回车与换行符

### 2.2.1.2 VTG 对地速度与航向

信息	VTG		
描述	对地速度与对地航向信息。		
类型	输出		
格式	\$--VTG, cogt, T, cogm, M, sog, N, kph, K, mode*CS<CR><LF>		
示例	\$GNVTG, 75. 20, T, , M, 0. 009, N, 0. 017, K, A*02		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--VTG	字符串	消息 ID, VTG 语句头, ' -- '为系统标识
2	cogt	数值	对地真北航向，单位为度
3	T	字符	真北指示，固定为 T
4	cogm	数值	对地磁北航向，单位为度
5	M	字符	磁北指示，固定为 M
6	sog	数值	对地速度，单位为节
7	N	字符	速度单位节，固定为 N
8	kph	数值	对地速度，单位为千米每小时
9	K	字符	速度单位，千米每小时，固定为 K
10	mode	字符	模式指示（A=自主定位，D=差分，R=RTK，E=估算，N=数据无效）
11	CS	16 进制数值	校验和，\$和*之间（不包括\$和*）所有字符的异或结果
12	<CR><LF>	字符	回车与换行符

### 2.2.1.3 GGA 接收机定位数据

信息	GGA
描述	接收机时间、位置及定位相关的数据
类型	输出



格式	\$-- GGA, UTCtime, lat, uLat, lon, uLon, FS, numSv, HDOP, msl, uMsl, sep, uSep, diffAge, diffSta*CS<CR><LF>		
示例	\$GNGGA, 235316.00, 2959.99250, S, 12000.00900, E, 1, 06, 1.21, 62.77, M, 0.00, M, , *7B		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--GGA	字符串	消息 ID, GGA 语句头, ' -- ' 为系统标识
2	UTCtime	hhmmss.ss	当前定位的 UTC 时间
3	lat	ddmm.mmmmm	纬度, 前 2 字符表示度, 后面的字符表示分
4	uLat	字符	纬度方向: N-北, S-南
5	lon	dddmm.mmmmm	经度, 前 3 字符表示度, 后面的字符表示分
6	uLon	字符	经度方向: E-东, W-西
7	FS	数值	GPS 定位状态 (0=未定位, 1=非差分定位, 2=差分定位)
8	numSv	数值	用于定位的卫星数目, 00~12
9	HDOP	数值	水平精度因子 (HDOP<1.2 为高精度定位)
10	msl	数值	海拔高度, 即接收机天线相对于大地水准面的高度
11	uMsl	字符	高度单位, 米, 固定字符 M
12	sep	数值	参考椭球面与大地水准面之间的距离, “-” 表示大地水准面低于参考椭球面
13	uSep	字符	高度单位, 米, 固定字符 M
14	diffAge	数值	差分时间 (从最近一次接收到差分信号开始的秒数, 非差分定位, 此项为空)
15	diffSta	数值	差分参考站的 ID (非差分定位此项为空)
16	CS	16 进制数值	校验和, \$和*之间 (不包括\$和*) 所有字符的异或结果
17	<CR><LF>	字符	回车与换行符

#### 2.2.1.4 GSA 精度因子 (DOP) 与有效卫星

信息	GSA		
描述	用于定位的卫星编号与 DOP 信息。		
类型	输出		
格式	\$--GSA, smode, FS {, SVID}, PDOP, HDOP, VDOP, systemId*CS<CR><LF>		
示例	\$GNGSA, A, 3, 05, 21, 31, 12, 18, 29, , , , , , 2.56, 1.21, 2.25, 1*01		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--GSA	字符串	消息 ID, GSA 语句头, ' -- ' 为系统标识
2	smode	字符	模式切换方式指示 (M = 手动, A = 自动)
3	FS	数字	定位状态标志 (1=未定位, 2=2D 定位, 3=3D 定位)
4	{, SVID}	数值	用于定位的卫星编号



5	PDOP	数值	位置精度因子 (PDOP)
6	HDOP	数值	水平精度因子 (HDOP)
7	VDOP	数值	垂直精度因子 (VDOP)
8	systemId	数值	NMEA 定义的 GNSS 系统 ID (备注[1]) 仅限 NMEA v4.1 及以上版本
9	CS	16 进制数值	校验和, \$和*之间 (不包括\$和*) 所有字符的异或结果
10	<CR><LF>	字符	回车与换行符
备注[1] GNSS 系统 ID			
系统 ID		描述	
1		GPS 系统	
2		GLONASS 系统	
4		BDS 系统	

### 2.2.1.5 GSV 可见卫星信息

信息	GSV		
描述	可见卫星的卫星编号及其仰角、方位角、载噪比等信息。每条 GSV 语句中的 {卫星编号, 仰角, 方位角, 载噪比} 参数组的数量可变, 最多为 4 组, 最少为 0 组。		
类型	输出		
格式	\$--GSV, numMsg, msgNo, numSv {, SVID, ele, az, cn0} *CS<CR><LF>		
示例	\$GPGSV, 3, 1, 12, 02, 39, 117, 25, 04, 02, 127, , 05, 40, 036, 24, 08, 10, 052, *7E \$GPGSV, 3, 2, 12, 09, 35, 133, , 10, 01, 073, , 15, 72, 240, 22, 18, 05, 274, *7B \$GPGSV, 3, 3, 12, 21, 10, 316, , 24, 16, 176, , 26, 65, 035, 42, 29, 46, 277, 18*7A		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--GSV	字符串	消息 ID, GSV 语句头, ' -- ' 为系统标识
2	numMsg	数字	语句总数。每条 GSV 语句最多输出 4 颗可见卫星信息, 因此, 当该系统可见卫星多于 4 颗时, 将需要多条 GSV 语句。
3	msgNo	数字	当前语句编号
4	numSv	数值	可见卫星总数
5	{, SVID, ele, az, cn0}	数值	依次为: 卫星编号; 仰角, 取值范围为 0~90, 单位是度; 方位角, 取值范围为 0~359, 单位是度; 载噪比, 取值范围为 0~99, 单位是 dB, 如果没有跟踪到当前卫星, 输出为空。
6	signalId	数值	NMEA 定义的 GNSS 信号 ID (0 代表所有信号) 仅限 NMEA v4.1 及以上版本
7	CS	16 进制数值	校验和, \$和*之间 (不包括\$和*) 所有字符的异或结果
8	<CR><LF>	字符	回车与换行符



### 2.2.1.6 GLL 地理位置——纬度/经度

信息	GLL		
描述	纬度、经度、定位时间与定位状态等信息。		
类型	输出		
格式	\$--GLL, lat, uLat, lon, uLon, UTCtime, valid, mode*CS<CR><LF>		
示例	\$GNGLL, 2959.99250, S, 12000.00900, E, 235316.00, A, A*4E		
参数说明			
字段	名称	格式	参数说明
1	\$--GLL	字符串	消息 ID, GLL 语句头, ' -- '为系统标识
2	lat	ddmm.mmmmm	纬度, 前 2 字符表示度, 后面的字符表示分
3	uLat	字符	纬度方向: N-北, S-南
4	lon	dddmm.mmmmm	经度, 前 3 字符表示度, 后面的字符表示分
5	uLon	字符	经度方向: E-东, W-西
6	UTCtime	hhmmss.ss	当前定位的 UTC 时间
7	valid	字符	数据状态 (A=有效定位, V=无效定位)
8	mode	字符	模式指示 (A=自主定位, D=差分, E=估算, N=数据无效)
9	CS	16 进制数值	校验和, \$和*之间 (不包括\$和*) 所有字符的异或结果
10	<CR><LF>	字符	回车与换行符

## 2.2.2 UBX 协议

UBX 协议是 u-blox 的专有协议, 这个协议有以下主要特点:

1. 紧凑型: 使用 8 位二进制数据
2. 校验和保护: 使用低开销检验和算法
3. 模块化: 使用 2 阶段消息标识符 (类和消息 ID)

UBX 协议的数据包结构如图 1 所示, 由图可以看出, 每一个消息都有三部分组成: 帧头、数据和校验。帧头为两个字节: 0xb5 0x62, 由此识别为 UBX 协议下传输的数据开始; CLASS 为一个字节, 表示测试数据消息的类别, ID 为一个字节, 表示在一个 CLASS 下的具体参数项输出。LENGTH 表示数据部的长度 (即字节数) CK\_A 和 CK\_B 是两个校验和字节, 从 CLASS 到 Payload 段的数据校验。

SYNC	SYNC	CLASS	ID	LENGTH	Payload	CK_A	CK_B
Char1	Char2			(小端)			

以下介绍一下常用的 UBX 的数据包。

### 1. UBX-NAV-POSLLH (0x01 0x02)

Message	NAV-POSLLH
---------	------------



Description		Geodetic Position Solution					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x02	28	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.		
4	I4	1e-7	lon	Deg	Longitude		
8	I4	1e-7	lon	Deg	Latitude		
12	I4	-	height	mm	Height above ellipsoid		
16	I4	-	hMSL	mm	Height above mean sea level		
20	U4	-	hAcc	mm	Horizontal accuracy estimate		
24	U4	-	vAcc	mm	Vertical accuracy estimate		

## 2. UBX-NAV-STATUS (0x01 0x03)

Message		NAV-STATUS					
Description		Receiver Navigation Status					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x03	16	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.		



4	U1	-	gpsFix	-	<p>GPSfix Type, this value does not qualify a fix as</p> <p>valid and within the limits. See note on flag</p> <p>gpsFixOk below.</p> <p>0x00 = no fix</p> <p>0x01 = dead reckoning only</p> <p>0x02 = 2D-fix</p> <p>0x03 = 3D-fix</p> <p>0x04=GPS+dead reckoning combined</p> <p>0x05 = Time only fix</p> <p>0x06..0xff = reserved</p>
5	X1	-	flags	-	Navigation Status Flags
6	X1	-	fixStat	-	Fix Status Information
7	X1	-	flags2	-	further information about navigation output
8	U4	-	ttff	ms	Time to first fix (millisecond time tag)
12	U4	-	msss	mm	Milliseconds since Startup / Reset

### 3. UBX-NAV-DOP (0x01 0x04)

Message		NAV-DOP					
Description		Dilution of precision					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x04	18	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number	Scaling	Name	Unit	Description		



	Format				
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.
4	U2	0.01	gDOP	-	Geometric DOP
6	U2	0.01	pDOP	-	Position DOP
8	U2	0.01	TDOP	-	Time DOP
10	U2	0.01	vDOP	-	Vertical DOP
12	U2	0.01	hDOP	-	Horizontal DOP
14	U2	0.01	nDOP	-	Northing DOP
16	U2	0.01	eDOP	-	Easting DOP

#### 4. UBX-NAV-SOL (0x01 0x06)

Message		NAV-SOL					
Description		Navigation Solution Information					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x06	52	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.		
4	I4	-	fTOW	ns	Fractional part of iTOW (range: +/-500000).  The precise GPS time of week in seconds is: $(iTOW * 1e-3) + (fTOW * 1e-9)$		
8	I2	-	week	weeks	GPS week number of the navigation epoch		
10	U1	-	gpsFix	-	GPSfix Type, range 0..5  0x00 = No Fix		



					0x01 = Dead Reckoning only 0x02 = 2D-Fix 0x03 = 3D-Fix 0x04 = GPS + dead reckoning combined 0x05 = Time only fix 0x06..0xff: reserved
11	X1	-	flags	-	Fix Status Flags
12	I4	-	ecefX	cm	ECEF X coordinate
16	I4	-	ecefY	cm	ECEF Y coordinate
20	I4	-	ecefZ	cm	ECEF Z coordinate
24	U4	-	pAcc	cm	3D Position Accuracy Estimate
28	I4	-	ecefVX	cm/s	ECEF X velocity
32	I4	-	ecefVY	cm/s	ECEF Y velocity
36	I4	-	ecefVZ	cm/s	ECEF Z velocity
40	U4	-	sAcc	cm/s	Speed Accuracy Estimate
44	U2	0.01	pDOP	-	Position DOP
46	U1	-	Reserve d1	-	Reserved
47	U1	-	numSV	-	Number of SVs used in Nav Solution

### 5. UBX-NAV-PVT (0x01 0x07)

Message	NAV-PVT					
Description	Navigation Position Velocity Time Solution					
Message Structure	Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
	0xB5 0x62	0x01	0x07	92	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:						



Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.
4	U2	-	year	y	Year (UTC)
6	U1	-	month	month	Month, range 1..12 (UTC)
7	U1	-	day	d	Day of month, range 1..31 (UTC)
8	U1	-	hour	h	Hour of day, range 0..23 (UTC)
9	U1	-	min	min	Minute of hour, range 0..59 (UTC)
10	U1	-	sec	s	Seconds of minute, range 0..60 (UTC)
11	X1	-	valid	-	Validity flags (see graphic below)
12	U4	-	tAcc	ns	Time accuracy estimate (UTC)
16	I4	-	nano	ns	Fraction of second, range -1e9 .. 1e9 (UTC)
20	U1	-	fixType	-	GNSSfix Type:  0: no fix  1: dead reckoning only  2: 2D-fix  3: 3D-fix  4: GNSS + dead reckoning combined  5: time only fix
21	X1	-	Flags	-	Fix status flags
22	X1	-	flags2		Additional flags
23	U1	-	numSV	-	Number of satellites used in Nav Solution
24	I4	1e-7	lon	deg	Longitude
28	I4	1e-7	lat	deg	Latitude
32	I4	-	height	mm	Height above ellipsoid
36	I4	-	hMSL	mm	Height above mean sea level



40	U4	-	hAcc	mm	Horizontal accuracy estimate
44	U4	-	vAcc	mm	Vertical accuracy estimate
48	I4	-	velN	mm/s	NED north velocity
52	I4	-	velE	mm/s	NED east velocity
56	I4	-	velD	mm/s	NED down velocity
60	I4	-	gSpeed	mm/s	Ground Speed (2-D)
64	I4	1e-5	headMot	deg	Heading of motion (2-D)
68	U4	-	sAcc	mm/s	Speed accuracy estimate
72	U4	1e-5	headAcc	deg	Heading accuracy estimate (both motion and vehicle)
76	U2	0.01	pDOP	-	Position DOP
78	U1[6]	-	reserved1	-	Reserved
84	I4	1e-5	headVeh	deg	Heading of vehicle (2-D)
88	I2	1e-2	magDec	deg	Magnetic declination
90	U2	1e-2	magAcc	deg	Magnetic declination accuracy

## 6. UBX-NAV-VELNED (0x01 0x12)

Message		NAV-VELNED					
Description		Velocity Solution in NED					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x12	36	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.		



4	I4	-	velN	cm/s	North velocity component
8	I4	-	velE	cm/s	East velocity component
12	I4	-	velD	cm/s	Down velocity component
16	U4	-	speed	cm/s	Speed (3-D)
20	U4	-	gSpeed	cm/s	Ground speed (2-D)
24	I4	1e-5	heading	deg	Heading of motion 2-D
28	U4	-	sAcc	cm/s	Speed accuracy Estimate
32	U4	1e-5	cAcc	deg	Course / Heading accuracy estimate

7. UBX-NAV-SAT (0x01 0x35)

Message		NAV- SAT					
Description		Satellite Information					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x01	0x35	8+12*numSvs	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.		
4	U1	-	version	-	Message version (1 for this version)		
5	U1	-	numSvs	-	Number of satellites		
6	U2	-	reserved1	-	Reserved		
8 + 12*N	U1	-	gnssId	-	GNSS identifier for assignment		
9 + 12*N	U1	-	svId	-	Satellite identifier for assignment		
10+ 12*N	U1	-	cno	dBHz	Carrier to noise ratio (signal strength)		



11+ 12*N	I1	-	elev	deg	Elevation (range: +/-90), unknown if out of range
12+ 12*N	I2	-	azim	deg	Azimuth(range 0-360), unknown if elevation is out of range
14+ 12*N	I2	0.1	prRes	m	Pseudo range residual
16+ 12*N	X4	-	flags	-	Bitmask

## 8. UBX -NAV-TIMEUTC (0x01 0x21)

Message		NAV-TIMEUTC				
Description		UTC Time Solution				
Message Structure	Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
	0xB5 0x62	0x01	0x21	20	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:						
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description	
0	U4	-	iTOW	ms	GPS time of week of the navigation epoch.	
4	U4	-	tAcc	ns	Time accuracy estimate (UTC)	
8	I4	-	nano	ns	Fraction of second, range -1e9 .. 1e9 (UTC)	
12	U2	-	year	y	Year, range 1999..2099 (UTC)	
14	U1	-	month	month	Month, range 1..12 (UTC)	
15	U1	-	day	d	Day of month, range 1..31 (UTC)	
16	U1	-	hour	h	Hour of day, range 0..23 (UTC)	
17	U1	-	min	min	Minute of hour, range 0..59 (UTC)	
18	U1	-	sec	s	Seconds of minute, range 0..60 (UTC)	
19	X1	-	valid		Validity Flags	

## 9. UBX -MON-HW (0x0A 0x09)



Message		MON-HW					
Description		Hardware Status					
Message Structure		Header	Class	ID	Length (Bytes)	Payload	Checksum
		0xB5 0x62	0x0A	0x09	60	see below	CK_A CK_B
Payload Contents:							
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Description		
0	X4	-	pinSel	-	Mask of Pins Set as Peripheral/PIO		
4	X4	-	pinBank	-	Mask of Pins Set as Bank A/B		
8	X4	-	pinDir	-	Mask of Pins Set as Input/Output		
12	X4	-	pinVal	-	Mask of Pins Value Low/High		
16	U2	-	noisePerMS	-	Noise Level as measured by the GPS Core		
18	U2	-	agcCnt	-	AGC Monitor (counts SIGHI xor SIGLO, range 0 to 8191)		
20	U1	-	aStatus	-	Status of the Antenna Supervisor State Machine (0=INIT, 1=DONTKNOW, 2=OK, 3=SHORT,4=OPEN)		
21	U1	-	aPower	-	Current PowerStatus of Antenna (0=OFF, 1=ON, 2=DONTKNOW)		
22	X1	-	flags	-	Flags		
23	U1	-	reserved1	-	Reserved		
24	X4	-	usedMask	-	Mask of Pins that are used by the Virtual Pin Manager		
28	U1[17]	-	VP	-	Array of Pin Mappings for each of the 17 Physical Pins		
45	U1	-	jamInd	-	CW Jamming indicator, scaled (0 = no CW jamming, 255 = strong CW jamming)		
46	U1[2]	-	reserved2	-	Reserved		



48	X4	-	pinIrq	-	Mask of Pins Value using the PIO Irq
52	X4	-	pullH	-	Mask of Pins Value using the PIO Pull High Resistor
56	X4	-	pullL	-	Mask of Pins Value using the PIO Pull Low Resistor

## 2.3 参考程序

### 2.3.1 NMEA0183 协议校验参考程序

```

unsigned char Calc_GPS_Sum( const char* Buffer )
{
    unsigned char i, j, k, sum;
    sum = 0;
    for ( i = 1; i < 255; i++ ) //i 从 1 开始是闪过$开始符
    {
        if ( ( Buffer[i] != '*' ) && ( Buffer[i] != 0x00 ) ) //判断结束符
        {
            sum ^= Buffer[i]; //GPS 校验和算法为 XOR
        }
        else
        {
            break;
        }
    }
    j = Buffer[ i + 1 ]; //取结束符后两位字符
    k = Buffer[ i + 2 ];

    if ( isalpha( j ) ) //判断字符是否为英文字母，为英文字母时返回非零值，否则返回零
    {
        if ( isupper( j ) ) //判断字符为大写英文字母时，返回非零值，否则返回零
        {
            j -= 0x37; //强制转换为 16 进制
        }
        else
        {
            j -= 0x57; //强制转换为 16 进制
        }
    }
    else
    {
        if ( ( j >= 0x30 ) && ( j <= 0x39 ) )
        {
            j -= 0x30; //强制转换为 16 进制
        }
    }
}

```



```
if ( isalpha( k ) ) //判断字符是否为英文字母，为英文字母时返回非零值，否则返回零
{
    if ( isupper( k ) ) //判断字符为大写英文字母时，返回非零值，否则返回零
    {
        k -= 0x37; //强制转换为 16 进制
    }
    else
    {
        k -= 0x57; //强制转换为 16 进制
    }
}
else
{
    if ( ( k >= 0x30 ) && ( k <= 0x39 ) )
    {
        k -= 0x30; //强制转换为 16 进制
    }
}

j = ( j << 4 ) + k; //强制合并为 16 进制
// gps_sum = j;

if ( sum == j )
{
    return Valid; //校验和正常
}
else
{
    return Invalid; //校验和错误
}
}
```

### 2.3.2 UBX 协议校验参考程序

```
//从 CLASS 到 Payload 的所有数据
unsigned int CalcCheckAB(unsigned char *Bytes, unsigned char len)
{
    unsigned char i,a,b ;
    unsigned int result;
    result = 0;
    a = 0;
    b = 0;
    for ( i = 0; i < len ; i++)
    {
        a+=Bytes[i];
        b+=a;
    }
    result = a<<8|b;
    return result;
}
```



### 三、联系我们

深圳市博盛尚科技有限公司

BroadGNSS Technology Co.,Ltd.



联系人： 李生      手机： 18988798557      QQ: 843570942

地址： 深圳市宝安区铁仔路 52 号升业空间 402

Address: No.402,Shengye Space, 52 Tiezai Road, Baoan District, Shenzhen,China

[www.broadgnss.com](http://www.broadgnss.com)

公司坐标： N 22° 35' 24.429012"  
E 113° 51' 32.548788"



## 四、附件一（测试方法）

### 4.1 概述

本文档主要介绍高精度卫星定位接收机的基本测试方法，主要检测设备上电是否正常工作及数据输出，定位精度是否正常。适用于米级、亚米级、分米级设备。

### 4.2 测试内容

#### 4.2.1 测试准备

- (1) 安装 USB TO TTL 串口板驱动（CH340）；
- (2) PC 安装串口工具，如《sscom5.12 串口工具》；
- (3) 串口板连接定位器，如图下：

北斗GPS接收机 模块接口端		USB TO TTL 串口板		
黑线 GND	↔	GND		电脑USB端口
红线 DC5V	↔	DC5V	↔	
黄线 RX	↔	TX		
白线 TX	↔	RX		



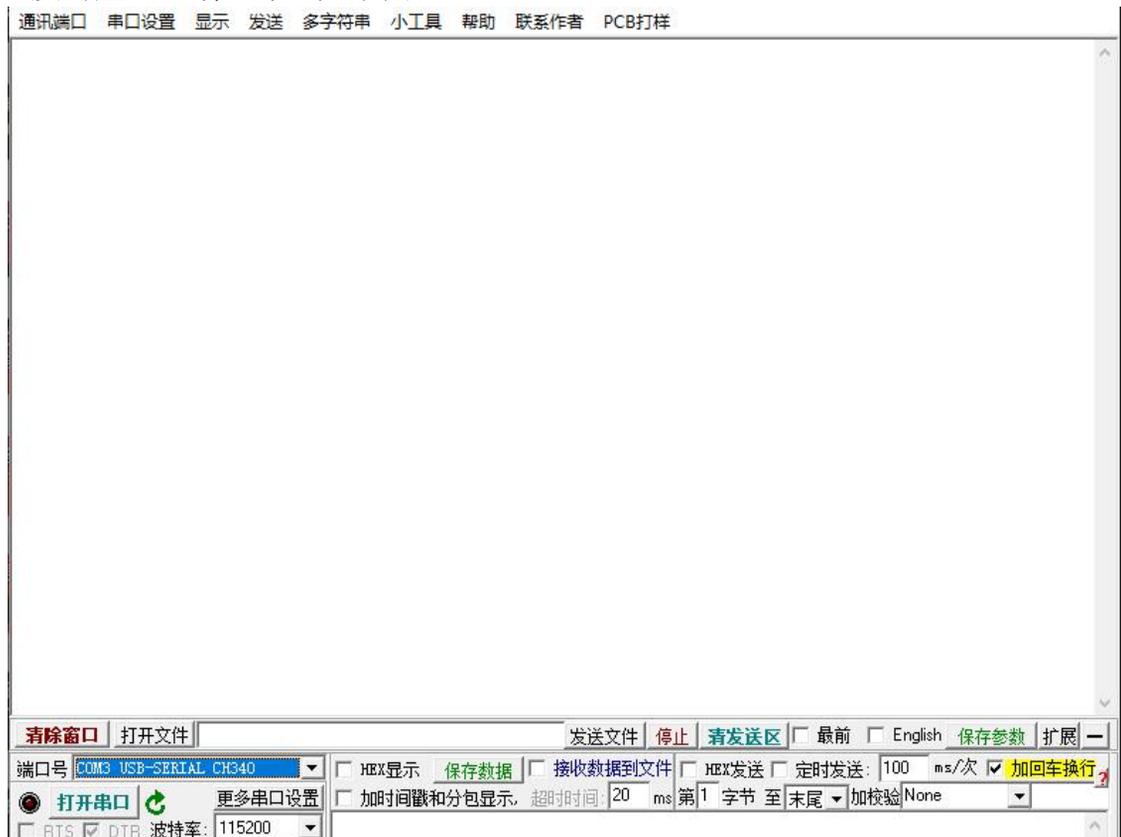


- (4) 测试环境开阔天空；
- (5) 准备好以上步骤连接，在电脑设备管理器中查看对应的 COM 口驱动是否正常，如下图：



### 4.2.2 测试步骤

- (1) 打开串口工具，如《sscom5.12 串口工具》或超级终端，选择波特率 115200 及对应 COM 端口号，如下图：



如果数据大于 1M 将“接收数据到文件”选项勾上即可，测试前“加回车换行”也需勾上。

连接上后串口信息如下：

```
Seting parameter success  
Saving parameter  
Saving parameter success  
reseting system  
Please wait
```

- (2) 当串口输出以下信息，设备显示定位成功

```
$GPRMC, 033301. 30, A, 2236. 361122, N, 11351. 963318, E, 0. 005, , 280917, , , A*70  
$GPRMC, 033301. 40, A, 2236. 361121, N, 11351. 963311, E, 0. 004, , 280917, , , A*7C
```



\$GPRMC, 033301.50, A, 2236.361124, N, 11351.963312, E, 0.008, , 280917, , , A\*77  
\$GPRMC, 033301.60, A, 2236.361124, N, 11351.963312, E, 0.004, , 280917, , , A\*78  
\$GPRMC, 033301.70, A, 2236.361123, N, 11351.963306, E, 0.004, , 280917, , , A\*7B  
\$GPRMC, 033301.80, A, 2236.361123, N, 11351.963306, E, 0.007, , 280917, , , A\*77  
\$GPRMC, 033301.90, A, 2236.361124, N, 11351.963297, E, 0.004, , 280917, , , A\*7B  
\$GPRMC, 033302.00, A, 2236.361124, N, 11351.963297, E, 0.006, , 280917, , , A\*73  
\$GPRMC, 033302.10, A, 2236.361123, N, 11351.963296, E, 0.005, , 280917, , , A\*77  
\$GPRMC, 033302.20, A, 2236.361123, N, 11351.963290, E, 0.007, , 280917, , , A\*70  
\$GPRMC, 033302.30, A, 2236.361123, N, 11351.963290, E, 0.005, , 280917, , , A\*73

### 4.2.3 测试示例

(1) 办公室测试 4 分之 1 天空静态测试，如下图：

将 RAC 高精度卫星定位接收机产品放在窗台用支架固定好，连接笔记本电脑。关闭室内信号放大器。重复测试（内容）步骤测试



注：此环境下测量数据只验证接收机能够正常接收数据，不存在硬件问题。

(2) 放置车辆上，行驶过程中动态测试，如下图：

将 RAC 高精度卫星定位接收机产品放在中控台挡风玻璃下面正中心。（注意放置接收机时应正面朝上）连接笔记本电脑。重复以上（测试内容）步骤测试



(3) 放置方式





## 五、附件二（测试报告）

### 5.1 概述

本报告描述了对 RAC 高精度卫星定位接收机性能的测试的测试结果，包含了在不同环境下与 RTK 定位技术的性能对比等，RAC 技术不依赖任何地基、星基的增强技术和惯性导航等任何辅助技术，仅用 L1 或 B1 频段信号就能获得分米级动态定位精度，从而使高精度卫星定位摆脱了对地基增强网的依赖。技术对比如下表所示：

定位技术	使用地理范围	服务费	流量费	外接天线	信号遮挡环境	使用操作	高动态
RAC	全球任何地点	无	无	无	不敏感	简便	支持
RTD	基站广播范围	有	有	有	敏感	需要注册联网	不支持
RTK	地基网络范围	有	有	有	敏感	需要注册联网	不支持

### 5.2 测试平台

为了测试评估 RAC 高精度卫星定位接收机在不同环境、不同信号强度下的性能，我们采用了不同的测试平台，具体测试平台如下：

◆实际信号静态测试平台：楼顶空旷处测试定位精度及静态漂移范围；

◆实际信号动态路测平台：按照实际应用的信号条件，长时间、远距离的在典型环境下测试，包括多车道、林荫道、高架桥、城市峡谷等场景路测；

◆RAC 与 RTK 实际对比平台：按照同一时间、同一环境的条件下进行 RAC 与 RTK 路测；



## 5.3 测试结果

### 5.3.1 实际信号静态测试

全天空环境下，冷启动定位时间平均 42S，静态放置五分钟，静态精度小于一米范围内，如下图所示：

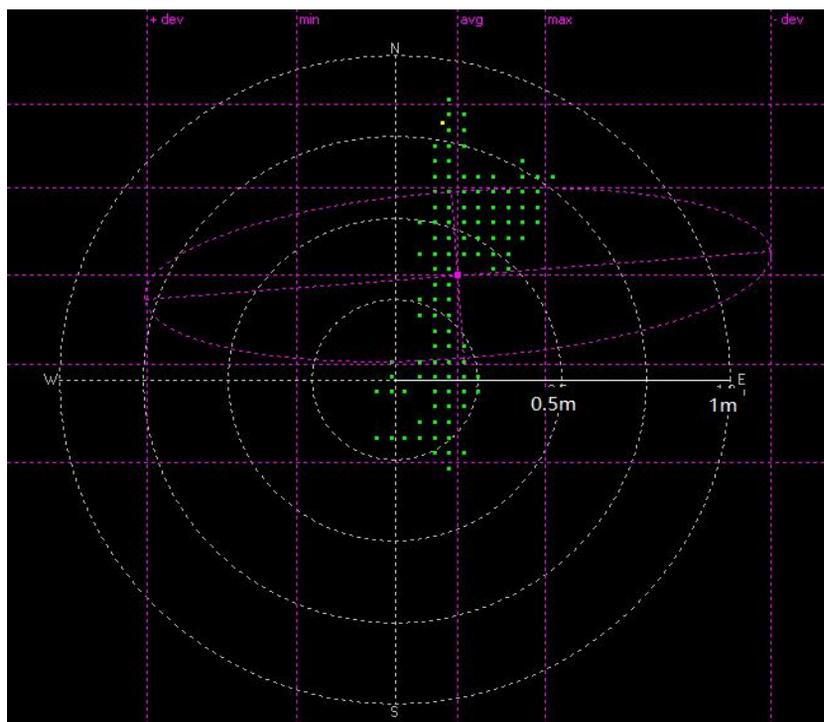


图 1 静态测试漂移轨迹图

### 5.3.2 实际信号动态测试

#### 5.3.2.1 深圳多车道路况测试

测试地为深圳市宝安区红树湾，车道线清晰可见，可反映出 RAC 车道级精度表现，将接收机置于汽车前挡风玻璃下方正中央位置并固定，分别沿不同车道行驶，整体路线轨迹图如下：



图 2 深圳多车道路况路线轨迹图



### 5.3.2.2 林荫道路况测试

测试地为深圳 107 辅道往西乡方向，路段树木繁密，可验证 RAC 精度对遮挡的敏感度，整体路线轨迹图如下：



图 3 林荫道路况路线轨迹图



### 5.3.2.3 凤凰山密林测试

测试地为深圳凤凰山密林中，选定四个基准点定位收集数据，再绕四个点转圈，整体误差平均在 1.5 米左右，控制在两米范围内，轨迹图如下：



图 4 凤凰山路线轨迹图

### 5.3.2.4 高架桥路况测试

测试地为深圳市宝安区铁岗水库附近，高架桥长度达 37 米，整体路线轨迹图如下：



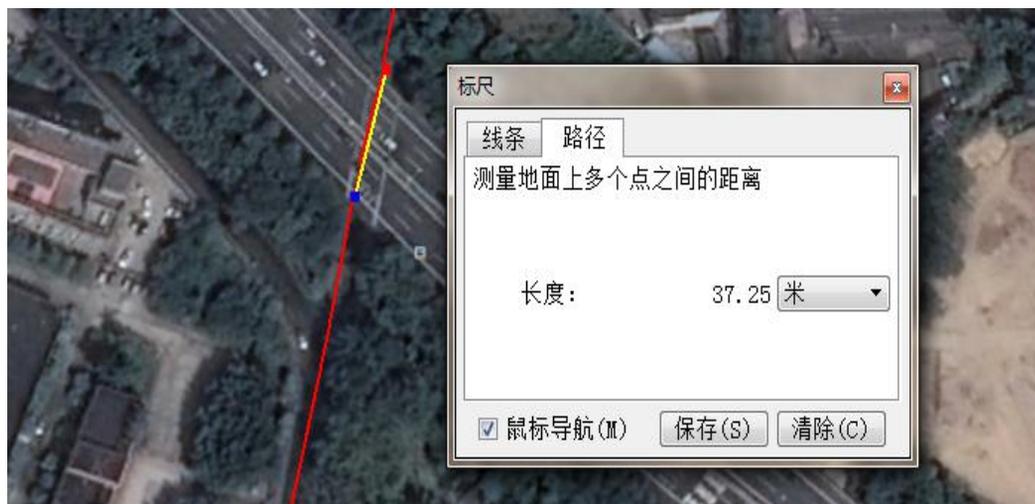


图 5 高架桥路况路线轨迹图

### 5.3.2.5 城市峡谷路况测试

测试地为深圳市南山区高新南一道，测路线两侧为中兴联想大厦，可验证城市峡谷对 RAC 精度的影响，整体路线轨迹图如下：



图 6 城市峡谷路况路线轨迹图



### 5.3.2.6 高楼夹缝路况测试

在两栋6层楼，约24米高，240米长的高楼之间行走，在此种极端信号条件下，误差维持在3米范围内，轨迹图如下所示：



图 7 高楼夹缝路况路线轨迹图



## 5.3.3 RAC 与 RTK 对比测试

### 5.3.3.1 美国测试

为验证 RAC 技术是否受到基站或区域限制，我们选取美国加利福尼亚州的两个地方为测试地点，图 8 为美国加利福尼亚州纽波特中心路测轨迹图，图 9 为美国曼哈顿沙滩附近路测轨迹图：

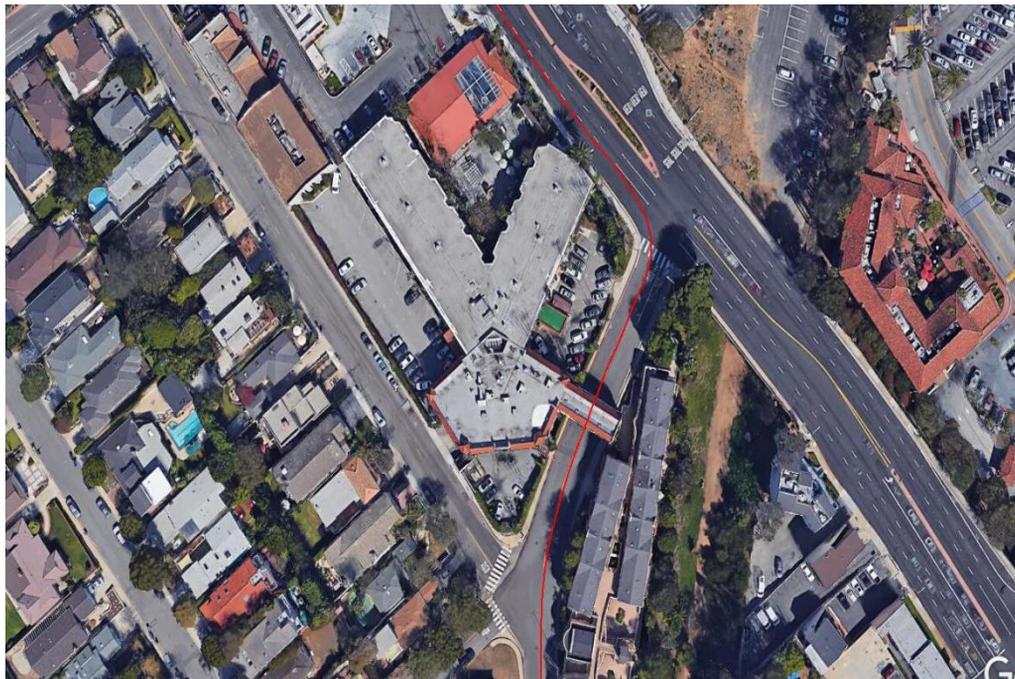


图 8 美国加利福尼亚州纽波特中心路测轨迹图



图 9 美国曼哈顿沙滩附近路测轨迹图



### 5.3.3.2 RAC、RTK、RTD 动态对比测试

为对比 RAC 与 RTK、RTD 动态下的性能，选取了北京、天津两地点测试，选用了天宝专业测绘级 RTK 进行比较，具体轨迹如下图所示：



图 10 天津师范大学校园路测轨迹图 RAC（红色）天宝 RTK（绿色）

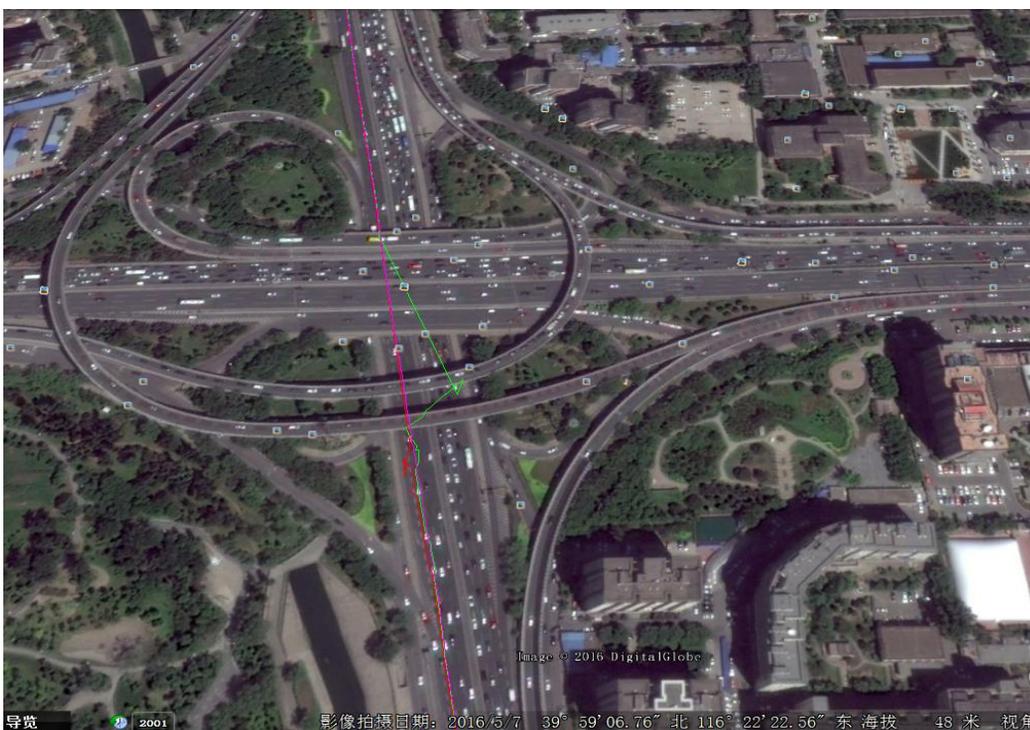


图 11 北京某立交桥路测轨迹图 RAC（紫色）与 RTD（红色）RTK（绿色）